

# Verbesserte Genauigkeit durch MRT Simulation in RT Position und Synthetisches CT (MR-only Planung)?

Christoph Bert

**FAU**

Friedrich-Alexander-Universität  
Medizinische Fakultät

**Uniklinikum  
Erlangen**



# Danksagung / Disclaimer

## ■ MR-Team der Strahlenklinik

- Florian Putz, Raphaela Voigt, Rainer Fietkau
- Siti Masitho, Johanna Grigo – J. Szkitsak, U. Lambrecht, A. Weiss, T. Brandt
- Ines Habermann, Alexandra Beck, Kerstin Metzner, Anna Barthelmes, Adriana Zanardini, ...

## ■ Radiologie / Neuroradiologie

- Michael Uder, Rolf Janka, Tobias Bäuerle, ...
- Arnd Dörfler, Manuel Schmidt, ...
- Frederik Laun, Moritz Zaiss, Armin Nagel, ...

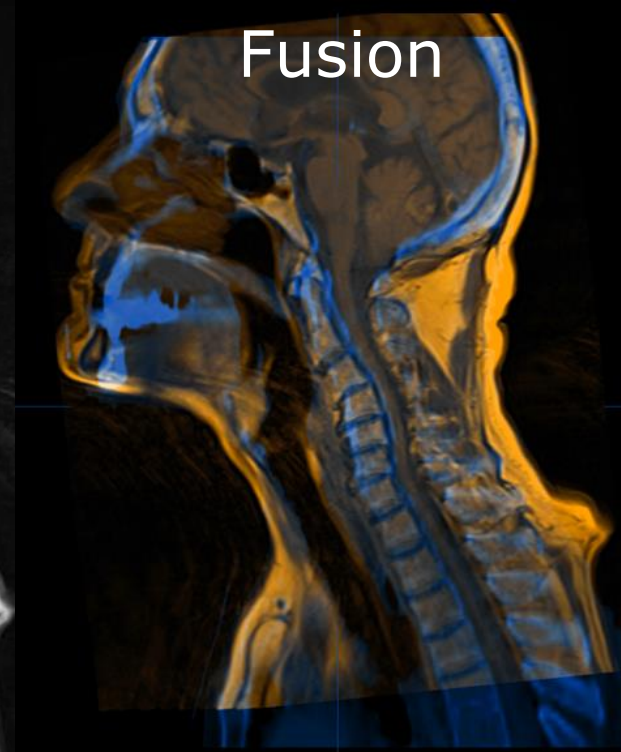
## ■ Siemens



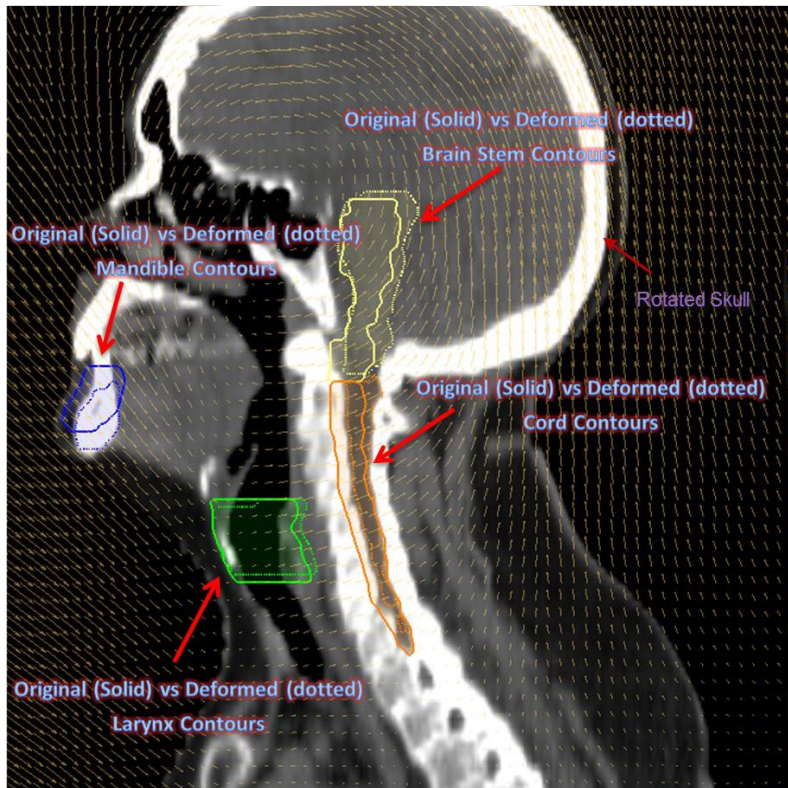
IMAGING  
SCIENCE  
INSTITUTE



# Problem: Koregistrierung von PCT und MRT



# Nicht-rigide Registrierung – Chance und Risiko

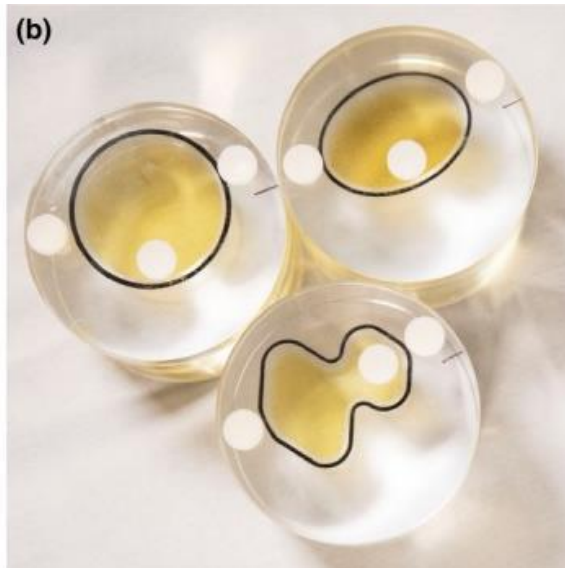


## Algorithm: B-spline

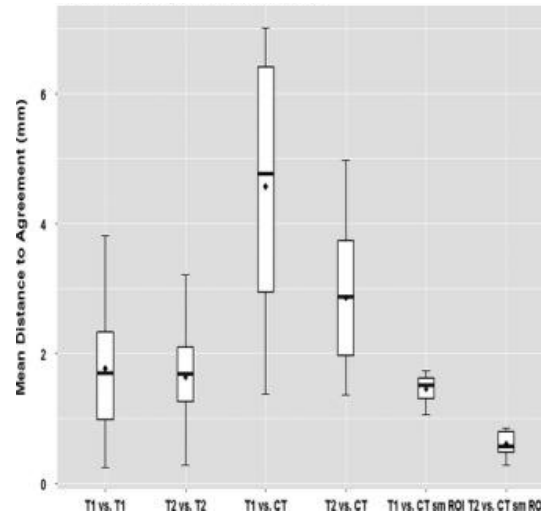
<i>Anatomy</i>	<i>Average Surface Distance (mm)</i>
PTV Primary	1.5
PTV Secondary	1.4
Spinal Cord	2.2
Right Parotid	0.8
Left Parotid	1.3
Brainstem	3.9
Mandible	1.9
Larynx	1.1
Right Eye	2.6
Left Eye	0.93
Mean values	1.7



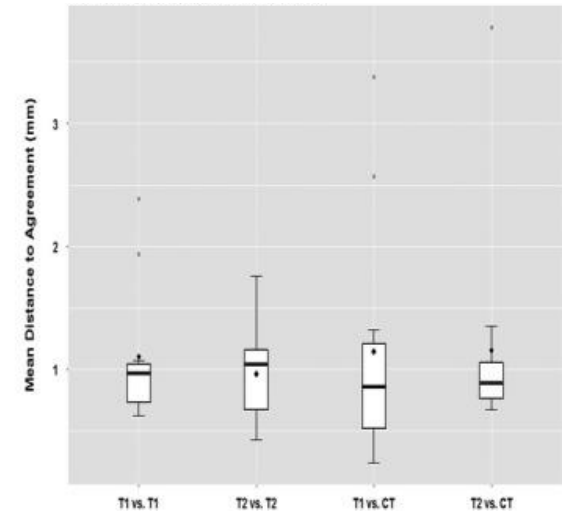
# MR-CT Registrierungsfehler



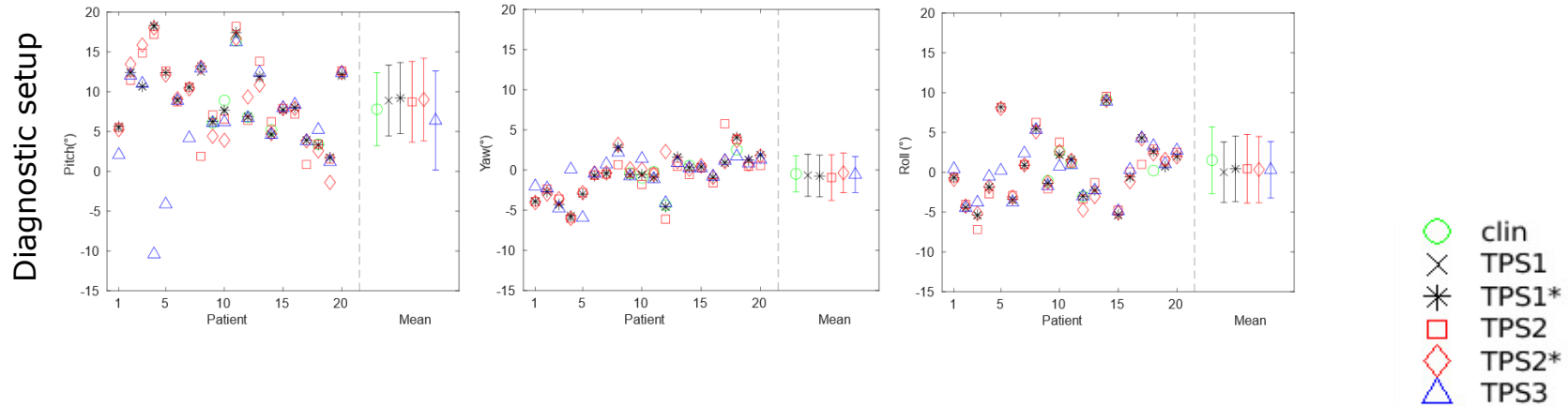
Fettgewebe  
(Mobil DTE Öl)



Prostatagewebe  
(Agarose Gel)

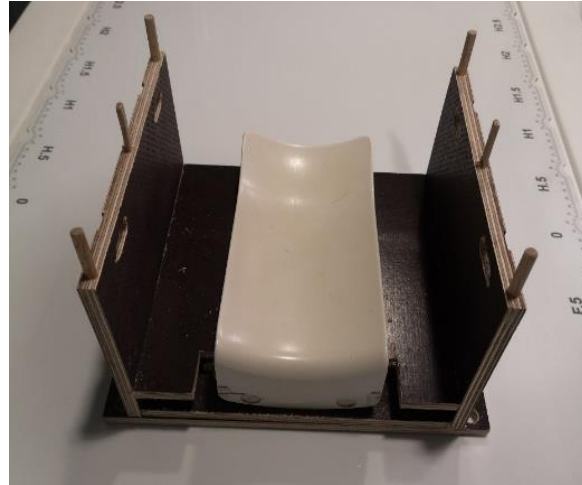
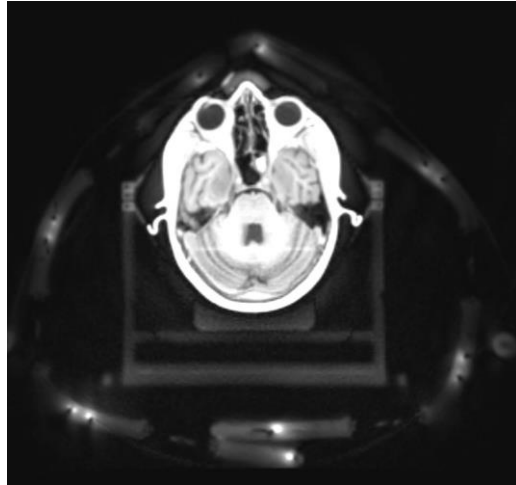


# MRI-CT Registrierung @1.5T - Gehirn



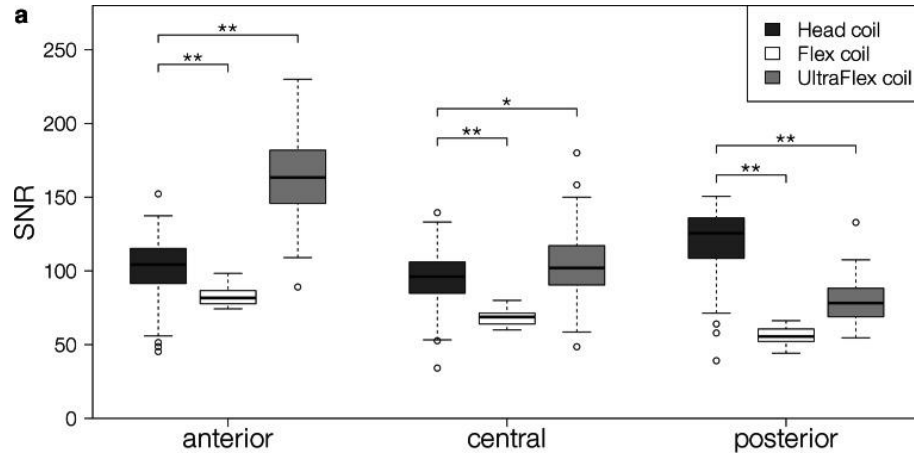


# MRT in Behandlungsposition

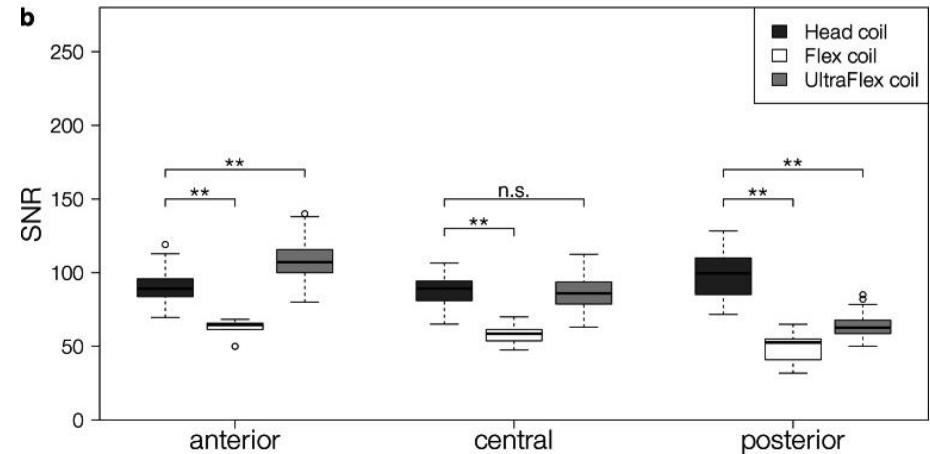


# Vergleich SNR

## T1w-MPRAGE

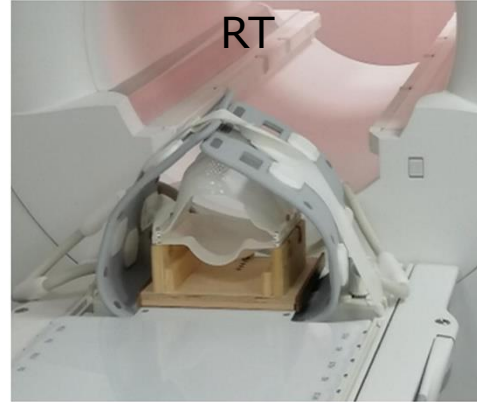


## T2w-FLAIR

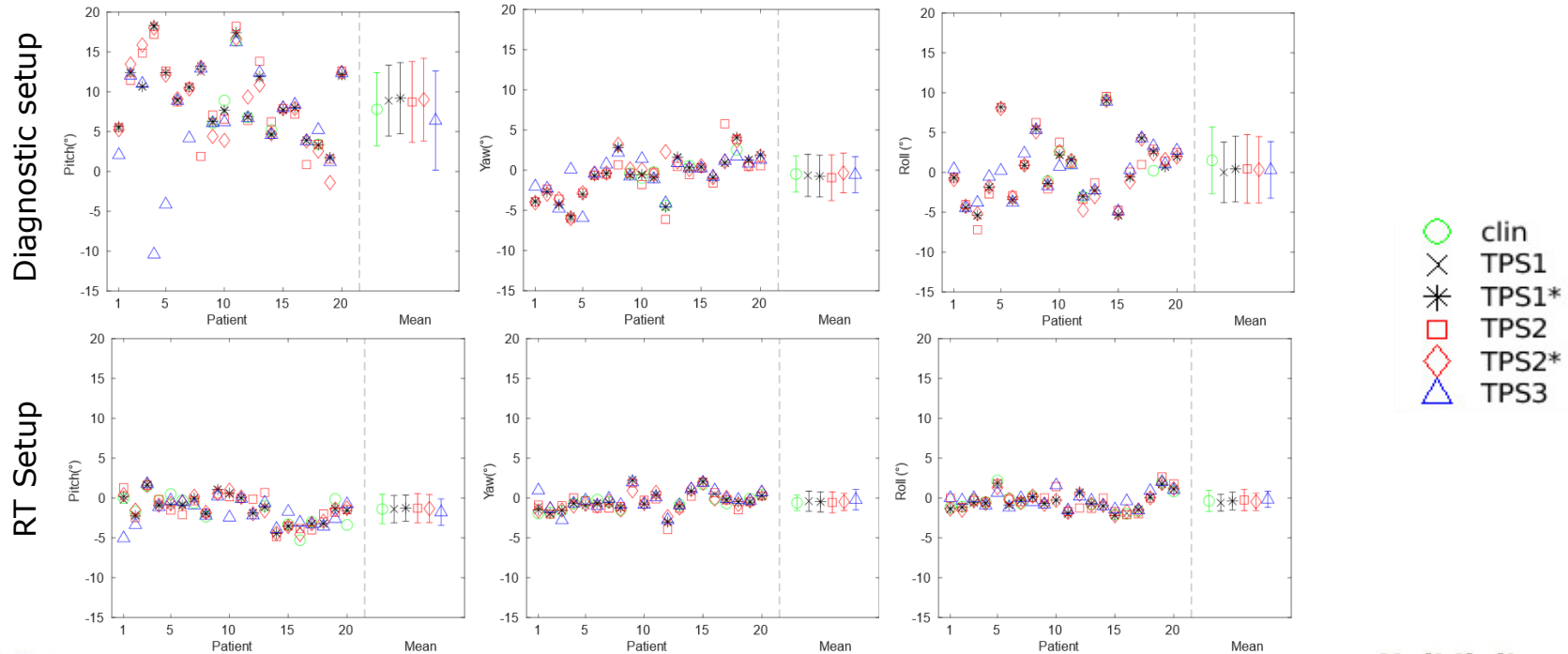




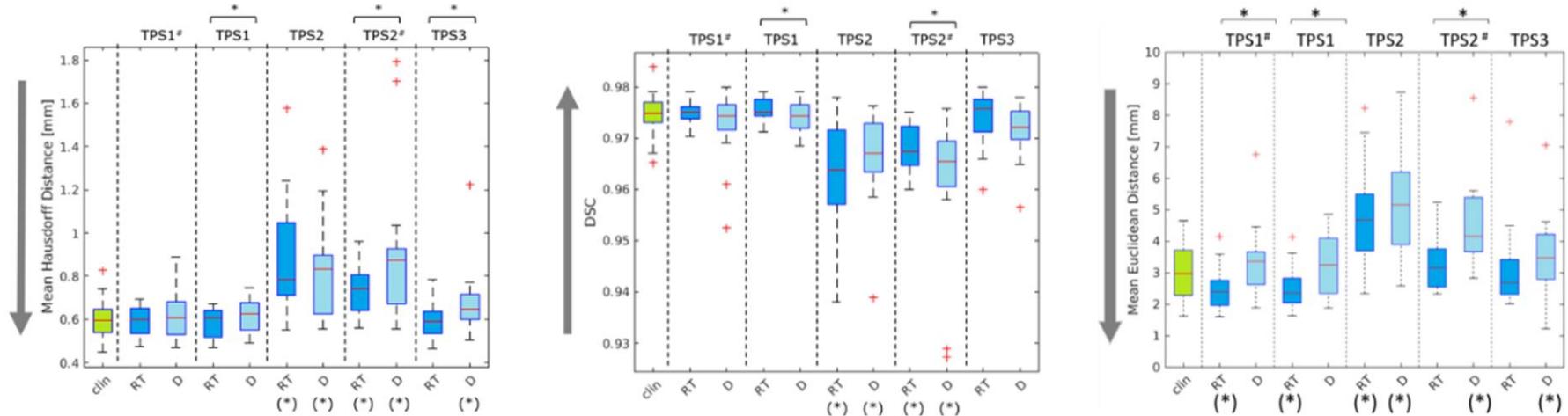
# MRT in Behandlungsposition / RT setup



# MRI-CT Registrierung @1.5T - Gehirn



# MRI-CT Registrierung @1.5T - Gehirn



- ⇒ TPS hat großen Einfluss auf Registrierungsqualität
- ⇒ RT Lagerung vereinfacht Registrierung



# MR-only Voraussetzungen

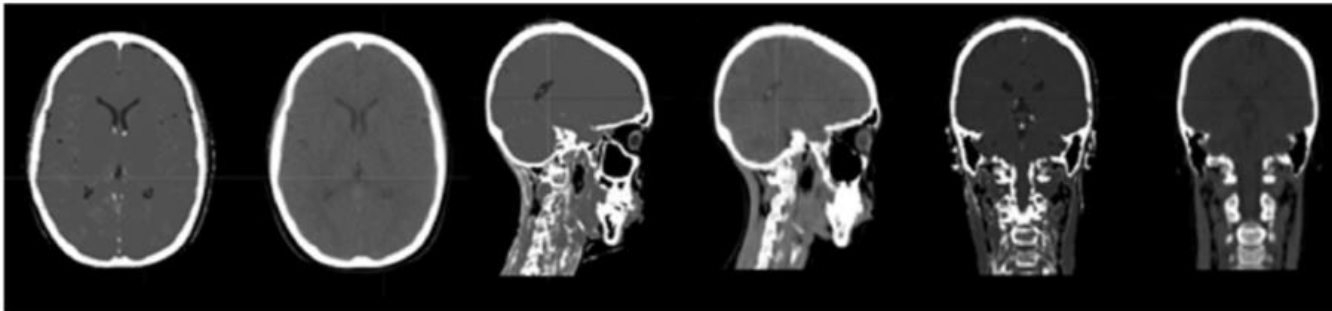
- MR-Erfahrung (optimierte Protokolle, Distortionskorrektur, ...)
- Lagerung in Bestrahlungsposition
  - Wichtig für CT basierte Planung, da Registrierungsungenauigkeiten CT-MR reduziert werden
  - Essentiell für MR-only Planung



# MR-only Simulation – Berechnung e-Dichte

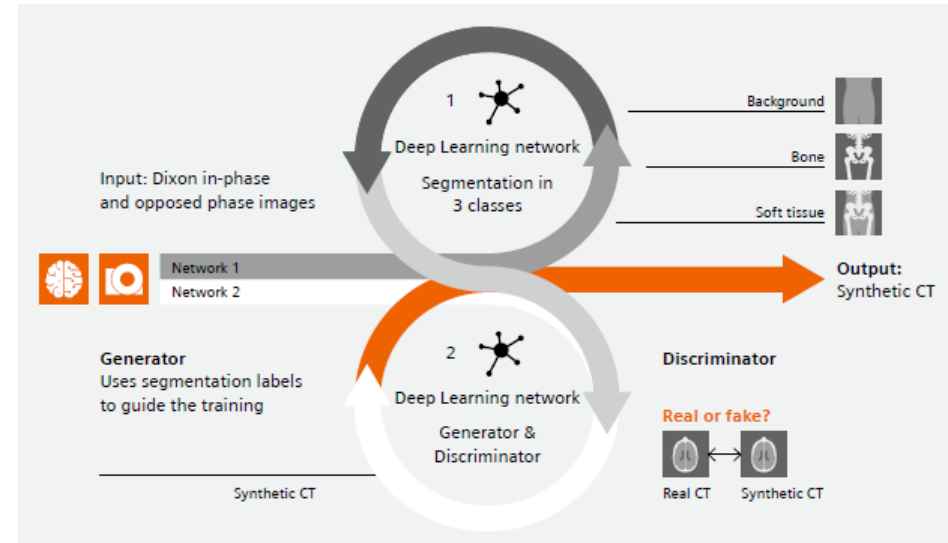
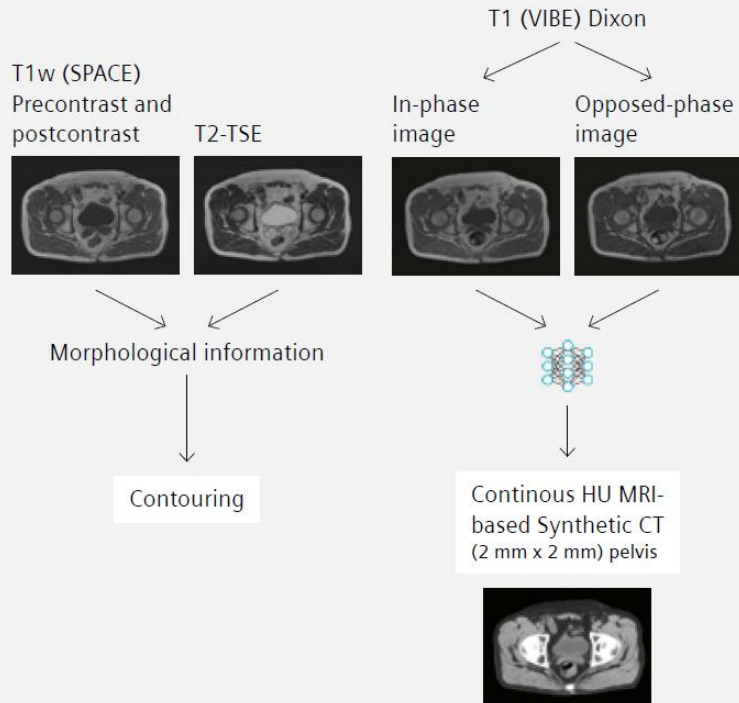
Diverse Ansätze publiziert

- Bulk-density Ansatz (z.B. Knochen + Rest H<sub>2</sub>O) - <1.3% Abw. bei Prostata
- Registrierung mit CT-Atlanten (<2 % Abweichung bei Prostata)
- Wahrscheinlichkeiten basierte Voxelklassifizierung (PI James Balter, Michigan) - <-0.1-0.2% Diff. in mittl. Dosis bei Gliom Pat.



# Beispiel: AI-basierte sCT Erzeugung

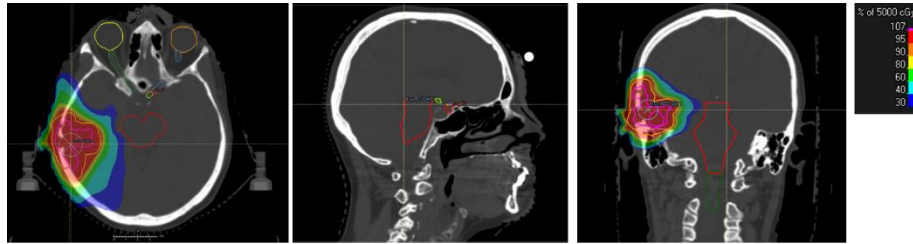
## Clinical sequences





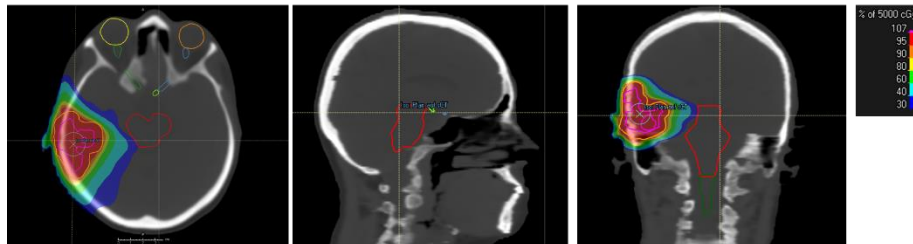
# sCT – Hirntumore – dosimetrische Bewertung

Planning CT

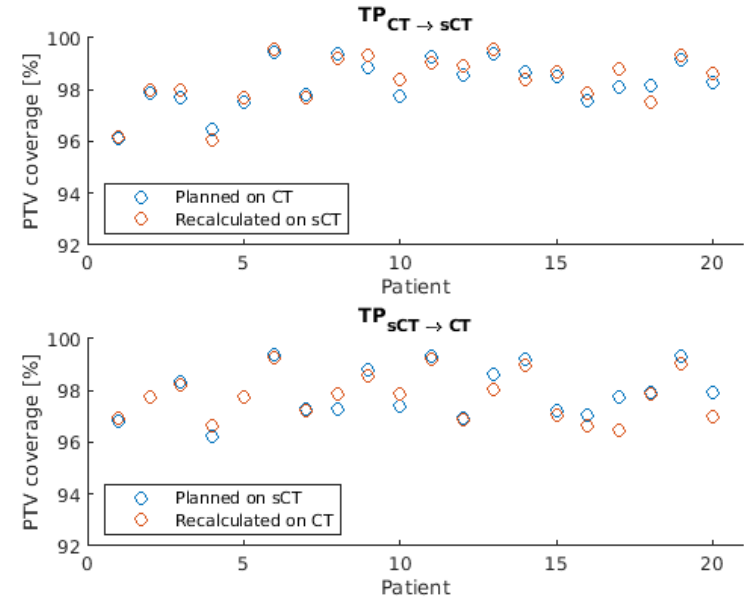


(a)

AI-based sCT



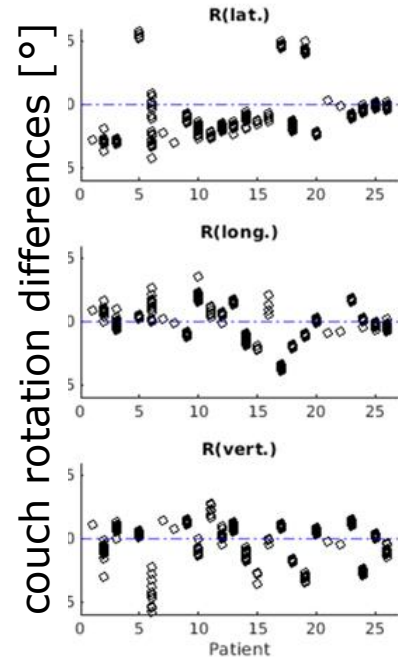
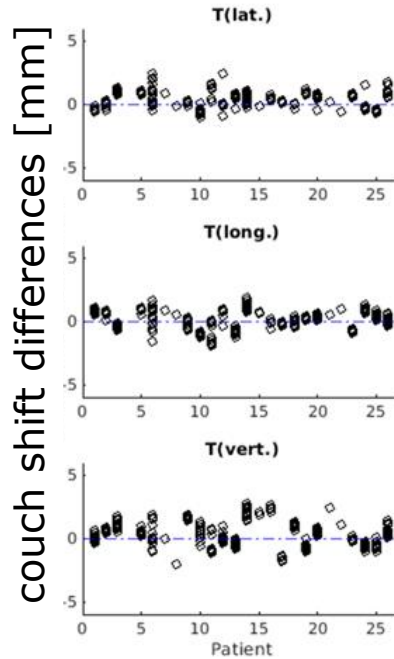
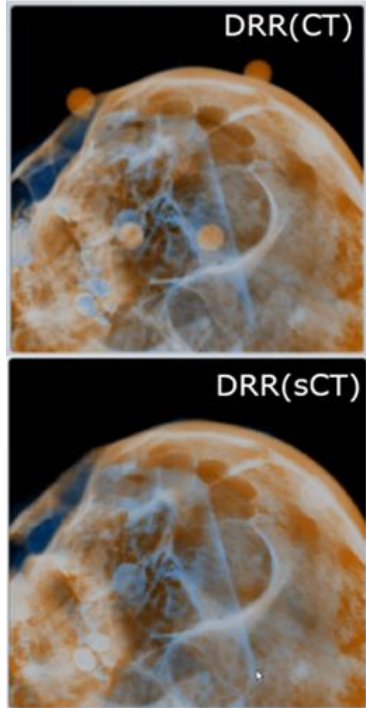
(b)



⇒ sCT erzeugt Dosisverteilungen vergleichbar zu CT-basiertem Workflow



# sCT – Hirntumore – Patientenpositionierung

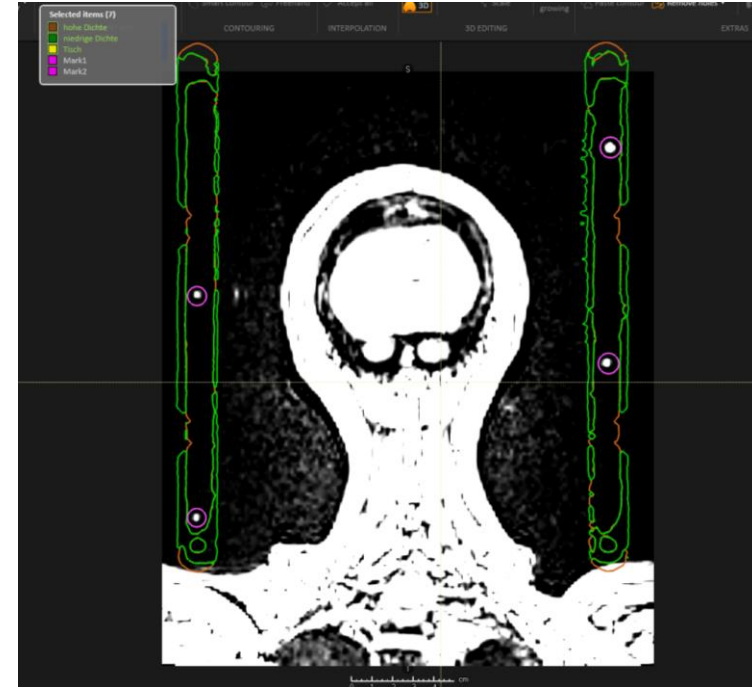
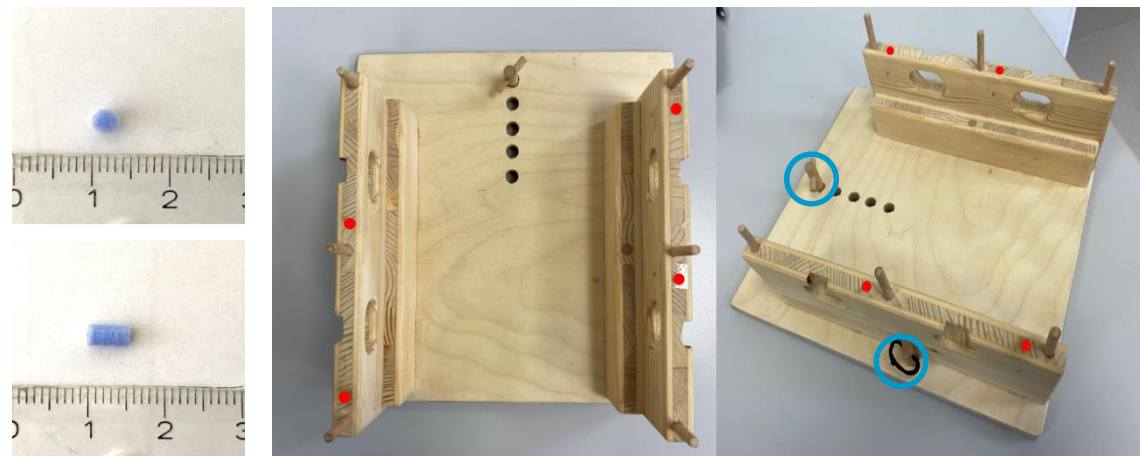


⇒ sCT-basierte Patientenpositionierung  
 vergleichbar zu CT-Workflow

Ch. Bert - DEGRO Stereotaxie reimaged



# Berücksichtigung Tisch+Maskenhalterung



# Zusammenfassung

- MR-CT Registrierung kann zu systematischen Fehlern in der Hirnstereotaxie führen
- Lagerung in RT Position während MRT Scan vereinfacht Registrierung (und vermindert Bewegungsartefakte)
- MR-only Behandlungen auf Basis von synthetischen CTs im Gehirn möglich
  - Zu CT/DRR vergleichbare Lagerungsgenauigkeit am Linac
  - Dosisverteilung vergleichbar zu CT
  - Grundlegendes MR-Wissen im Team essentiell



# Ausblick – 0.55 T – Free.Max

